



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 9月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-295173

[ST.10/C]:

[JP2001-295173]

出 願 人

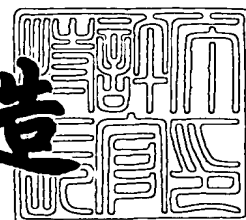
Applicant(s):

光洋精工株式会社

2002年 3月 1日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3011950

【書類名】 特許願

【整理番号】 103387

【提出日】 平成13年 9月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01L 3/10  
B62D 5/04

【発明の名称】 トルク検出装置及び舵取装置

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中心区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内

【氏名】 徳本 欣智

【特許出願人】

【識別番号】 000001247

【氏名又は名称】 光洋精工株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078868

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 登夫

【電話番号】 06(6944)4141

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001889

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810581

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トルク検出装置及び舵取装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転体に設けられた 1 又は複数のターゲットと、前記回転体が回転するに従って連続的に信号を出力する 1 又は複数の検出手段とを、前記回転体の回転軸方向に離隔して 2 組設け、前記検出手段が夫々出力した信号に基づき前記回転体に加わる回転トルクを算出するトルク算出部を備えるトルク検出装置であって、前記トルク算出部は、前記ターゲットが対向する検出手段との対向位置を夫々通過する間に、前記検出手段が夫々出力した信号の平均値を求め、前記検出手段が夫々出力した信号を前記平均値に一致させるべく前記信号を補正する補正手段を備えることを特徴とするトルク検出装置。

【請求項 2】 前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で突設された凸起からなることを特徴とする請求項 1 に記載のトルク検出装置。

【請求項 3】 前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹設された凹みの間の前記非凹部からなることを特徴とする請求項 1 に記載のトルク検出装置。

【請求項 4】 前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁してあることを特徴とする請求項 1 に記載のトルク検出装置。

【請求項 5】 前記ターゲットは、前記回転体の周面に沿って一方向に傾斜して設けてある第 1 傾斜部と、前記回転体の周面に沿って他方向に傾斜して設けてある第 2 傾斜部とを有し、前記第 1 傾斜部及び第 2 傾斜部は着磁してあることを特徴とする請求項 1 に記載のトルク検出装置。

【請求項 6】 前記第 1 傾斜部及び第 2 傾斜部は、該両傾斜部の接続点を通るべき前記回転体の軸長方向の直線に関して略線対称の関係を有することを特徴とする請求項 5 に記載のトルク検出装置。

【請求項 7】 前記回転体は、トーションバーを介して同軸状に連結された第 1 軸及び第 2 軸に基づき回転するものであり、前記第 1 軸及び第 2 軸の連結部近傍に夫々設けてあることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のトルク検出装置。

ク検出装置。

【請求項 8】 舵輪に連結された前記第 1 軸と、舵取機構に連結された前記第 2 軸と、前記第 1 軸及び第 2 軸を連結する前記トーションバーと、前記第 1 軸に加わる操舵トルクを前記トーションバーに生じる捩れ角度によって検出するトルク検出装置と、該トルク検出装置が検出した操舵トルクに基づき駆動制御され、前記第 2 軸の回転を補助するモータとを備える舵取装置であって、前記トルク検出装置は、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のトルク検出装置であることを特徴とする舵取装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転軸に加わるトルクを検出するトルク検出装置、及びこのトルク検出装置を備える自動車用の舵取装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

舵取りのために舵輪（ステアリングホイール）に加えられる操舵トルクの検出結果に基づいて操舵補助用のモータを駆動し、該モータの回転力を舵取り装置に伝えて操舵を補助する構成とした電動パワーステアリング装置は、操舵補助力の発生源として油圧アクチュエータを用いる油圧パワーステアリング装置と比較して、車速の高低、操舵の頻度等、走行状態に応じた補助力特性の制御が容易に行えるという利点を有することから、近年、その適用範囲が拡大する傾向にある。

【0003】

以上の如き電動パワーステアリング装置においては、前記操舵トルクの検出のためのトルク検出装置が必要であり、舵輪と舵取機構を連絡する操舵軸を舵輪側の入力軸と舵取機構側の出力軸とを細径のトーションバーを介して連結し、操舵トルクの作用によるトーションバーの捩れを伴って前記両軸の連結部に生じる相対角変位を検出し、この検出結果に基づいて前記操舵トルク（回転トルク）を算出する構成としたトルク検出装置が用いられている。

【0004】

以上の如きトルク検出装置の多くは、入力軸及び出力軸の回転角度を夫々検出し、これらの検出角度の差として与えられる相対角変位を利用して回転トルクを求める構成となっている。しかしながら回転角度の検出装置は、ポテンシオメータ等の接触摺動する部分を含んで構成されているものが多く、摺接部の摩耗による出力の経年変化が発生し、耐久性に劣るという問題があった。また、前記トーションバーの振れを伴って生じる入力軸と出力軸との相対角変位を、両軸の連結部に構成された磁気回路のインピーダンス変化を媒介として検出する構成とした装置も実用化されているが、この装置は、構成が複雑であり、製造コストが高いという問題があった。

## 【 0 0 0 5 】

このような問題を解消すべく本願出願人は、特願平11-100665号等において、回転軸に加わる回転トルクを非接触にて検出し得る簡素な構成のトルク検出装置を提案している。この装置は、対象となる回転軸の外周に、軸長方向に対して略等角度傾斜する磁性体製のターゲットを周方向に複数並設し、この回転軸の外側に各ターゲットの通過に応じて変化する出力を発する磁気センサ（MRセンサ）を対向配置してなる回転角検出装置を、入力軸と出力軸との連結部に夫々構成したものである。

## 【 0 0 0 6 】

この構成によれば、入力軸及び出力軸が回転した場合、ターゲットが対向する磁気センサとの対向位置を通過する間、各磁気センサは、入力軸及び出力軸の回転角度の変化に応じて、略直線的に上昇し下降する出力電圧を発するため、入力軸及び出力軸の回転角度を、夫々に対応する磁気センサの出力に基づいて非接触にて検出することができ、舵輪の操作により入力軸に加えられる回転トルク（操舵トルク）は、入力軸及び出力軸に対応する磁気センサの出力差として与えられる両軸の回転角度の差に基づいて算出することができる。

## 【 0 0 0 7 】

なお、入力軸及び出力軸の外周面に並設されたターゲットは、軸長方向に対して略等角度傾斜する部分螺旋の形態をなしており、周方向の並設数に対応する不連続部が存在する。従って、これらの不連続部が各磁気センサとの対向位置を通

過する場合、前記磁気センサの出力に、非線形な変化領域が出現し、この非線形変化領域内での回転角度の検出が不確かになるという問題がある。そこで、前記ターゲットとの対向位置に周方向にずらせて2つの磁気センサを配置し、一方の出力が非線形変化領域にあるときには他方の磁気センサの出力を用い、全周に亘って回転角の検出が行えるようにしてある。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

このようなトルク検出装置は、対象となる回転軸の回転トルクを、非接触にて検出し得る簡素な構成の装置であり、前述した如く、電動パワーステアリング装置において操舵補助用のモータの駆動制御に好適に使用することができる。

## 【0009】

ところが、磁気センサとして用いるMRセンサの出力特性は周辺温度の影響を受け易く、前述の如く、入力軸及び出力軸のターゲットの外側に各2つの磁気センサを備える構成においては、夫々の磁気センサの出力特性の相違が、これらの出力差に基づいて算出される回転トルクの算出精度の低下を招来するという問題がある。

## 【0010】

そこで従来においては、磁気センサの出力特性を、温度による特性変化を含めて個々に調べ、夫々の出力に乗じるゲインを各別に定めておき、実際の使用中には、得られた磁気センサの出力に対応するゲインを乗じて、特性の相違に起因する前述した誤差の発生を防止するようにしている。

## 【0011】

しかしながら、合計4つの磁気センサの夫々に対して温度補償を含めてなされる前記ゲインの設定に多大の手間を要するという問題があり、更には、正確なゲイン設定を行った場合においても、夫々の磁気センサに発生する経時的な特性変化を補償することができず、長期に亘って高精度での回転トルクの検出を行わせることは困難である。

## 【0012】

更に、入力軸側の磁気センサと出力軸側の磁気センサとでは、夫々に対向する

ターゲットとの間の隙間（エアギャップ）が異なることが多く、このエアギャップは、磁気センサの出力に影響を及ぼすことから、前述の如く算出される回転トルクには、エアギャップの相違に起因する誤差も含まれるという問題があった。

## 【 0 0 1 3 】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、回転体の回転軸方向に離隔して配されたターゲットが、夫々対向する検出手段との対向位置を通過する間に、各検出手段が出力した信号の平均値を求め、前記検出手段が出力した各信号を前記平均値に一致させるように補正することにより、個々の検出手段の出力特性の相違、個々の検出手段とターゲットとの間のエアギャップの相違に起因する検出誤差の発生を抑え、精度良くトルク検出が可能なトルク検出装置を提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の他の目的は、回転体の周方向に略等間隔で突設された凸起をターゲットとすることにより、前記ターゲットを容易に形成するトルク検出装置を提供することにある。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の更に他の目的は、回転体の周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹みを設け、この凹みの間の前記非凹部をターゲットとすることにより、前記ターゲットを容易に形成するトルク検出装置を提供することにある。

## 【 0 0 1 6 】

本発明の更に他の目的は、回転体の周面に沿って着磁し、着磁された部分をターゲットとすることにより、前記ターゲットを容易に形成するトルク検出装置を提供することにある。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の更に他の目的は、トーションバーを介して同軸状に連結された第1軸と第2軸とにターゲットを設けることにより、トーションバーの捩れを伴って両軸間に発生する回転角度の差を精度良く算出し、両軸に加わる回転トルクを精度良く検出するトルク検出装置を提供することにある。

## 【 0 0 1 8 】

本発明の更に他の目的は、前記トルク検出装置を用いることにより、舵取りのために舵輪に加えられる操舵トルクを精度良く検出することができ、検出された操舵トルクに基づき、操舵補助用のモータの駆動制御等、各種の制御を行う自動車用の舵取装置を提供することにある。

## 【 0 0 1 9 】

## 【課題を解決するための手段】

第 1 発明に係るトルク検出装置は、回転体に設けられた 1 又は複数のターゲットと、前記回転体が回転するに従って連続的に信号を出力する 1 又は複数の検出手段とを、前記回転体の回転軸方向に離隔して 2 組設け、前記検出手段が夫々出力した信号に基づき前記回転体に加わる回転トルクを算出するトルク算出部を備えるトルク検出装置であって、前記トルク算出部は、前記ターゲットが対向する検出手段との対向位置を夫々通過する間に、前記検出手段が夫々出力した信号の平均値を求め、前記検出手段が夫々出力した信号を前記平均値に一致させるべく、前記信号を補正する補正手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 2 0 】

第 2 発明に係るトルク検出装置は、第 1 発明に係るトルク検出装置において、前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で突設された凸起からなることを特徴とする。

## 【 0 0 2 1 】

第 3 発明に係るトルク検出装置は、第 1 発明に係るトルク検出装置において、前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹設された凹みの間の前記非凹部からなることを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

第 4 発明に係るトルク検出装置は、第 1 発明に係るトルク検出装置において、前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁してあることを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

第 5 発明に係るトルク検出装置は、第 1 発明に係るトルク検出装置において、前記ターゲットは、前記回転体の周面に沿って一方向に傾斜して設けてある第 1



傾斜部と、前記回転体の周面に沿って他方向に傾斜して設けてある第2傾斜部とを有し、前記第1傾斜部及び第2傾斜部は着磁してあることを特徴とする。

## 【0024】

第6発明に係るトルク検出装置は、第5発明に係るトルク検出装置において、前記第1傾斜部及び第2傾斜部は、該両傾斜部の接続点を通るべき前記回転体の軸長方向の直線に関して略線対称の関係を有することを特徴とする。

## 【0025】

第7発明に係るトルク検出装置は、第1乃至第6発明に係るトルク検出装置において、前記回転体は、トーションバーを介して同軸状に連結された第1軸及び第2軸に基づき回転するものであり、前記第1軸及び第2軸の連結部近傍に夫々設けてあることを特徴とする。

## 【0026】

第8発明に係る舵取装置は、舵輪に連結された前記第1軸と、舵取機構に連結された前記第2軸と、前記第1軸及び第2軸を連結する前記トーションバーと、前記第1軸に加わる操舵トルクを前記トーションバーに生じる捩れ角度によって検出するトルク検出装置と、該トルク検出装置が検出した操舵トルクに基づき駆動制御され、前記第2軸の回転を補助するモータとを備える舵取装置であって、前記トルク検出装置は、第1乃至第7発明のいずれかに記載のトルク検出装置であることを特徴とする。

## 【0027】

第1発明による場合は、回転体の回転軸方向に離隔して配されたターゲットが、夫々対向する検出手段との対向位置を通過する間に、各検出手段が出力した信号の平均値を求め、前記検出手段が出力した各信号を前記平均値に一致させるように補正することにより、個々の検出手段の出力特性の相違、個々の検出手段とターゲットとの間のエアギャップの相違に起因する検出誤差の発生を抑え、長期に亘って高精度に回転トルクを検出できるトルク検出装置を実現することができる。

## 【0028】

第2発明による場合は、回転体の周方向に略等間隔で突設させた凸起をターゲ

ットとすることにより、前記ターゲットの形成が容易であり、個々の検出手段の出力特性の相違、個々の検出手段とターゲットとの間のエアギャップの相違に起因する検出誤差の発生を抑え、長期に亘って高精度に回転トルクを検出できるトルク検出装置を実現することができる。

## 【 0 0 2 9 】

第3発明による場合は、回転体の周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹みを設け、この凹みの間の前記非凹部をターゲットとすることにより、前記ターゲットの形成が容易であり、個々の検出手段の出力特性の相違、個々の検出手段とターゲットとの間のエアギャップの相違に起因する検出誤差の発生を抑え、長期に亘って高精度に回転トルクを検出できるトルク検出装置を実現することができる。

## 【 0 0 3 0 】

第4乃至第6発明による場合は、回転体の周面に沿って着磁し、着磁された部分をターゲットとすることにより、前記ターゲットを容易に形成することができる、個々の検出手段の出力特性の相違、個々の検出手段とターゲットとの間のエアギャップの相違に起因する検出誤差の発生を抑え、長期に亘って高精度に回転トルクを検出できるトルク検出装置を実現することができる。

## 【 0 0 3 1 】

第7発明による場合は、回転体は、トーションバーを介して同軸状に連結された第1軸及び第2軸に基づき回転するものであり、該回転体に設けられたターゲットに夫々検出手段を対向配置させることにより、前記トーションバーの捩れを伴って両軸間に発生する回転角度の差を精度良く算出し、この結果を用いて第1軸及び第2軸に加わる回転トルクを精度良く検出することができる。また、前記回転体を前記第1軸及び第2軸の連結部近傍に夫々設けることにより、各ターゲットに対向する検出手段を一括に取り扱うことができ、夫々の検出手段についての温度等の周辺環境を同程度とするトルク検出装置を実現することができる。

## 【 0 0 3 2 】

第8発明による場合は、以上の如きトルク検出装置を自動車の舵取装置に適用し、舵取りのために舵輪に加わえられる操舵トルクの正確な検出値を得て、この

結果を、操舵補助用のモータの駆動制御等、各種の制御に利用した舵取装置を実現することができる。

### 【 0 0 3 3 】

#### 【発明の実施の形態】

以下本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。

#### （実施の形態 1）

図 1 は本発明に係るトルク検出装置の構成を示す模式図、図 2 はターゲット板 2 の斜視図である。図 1 において 3 は操舵軸を示し、この操舵軸 3 は、上端を舵輪（ステアリングホイール）3 0 に連結された入力軸 3 1 と、下端を舵取機構のピニオン 3 3 に連結された出力軸 3 2 とを、トーションバー 3 4 を介して同軸状に連結したものであり、舵輪 3 0 の操作に基づく入力軸 3 1 の回転トルクをトーションバー 3 4 に生じる捩れ角度によって検出し、検出された回転トルクに基づき舵取補助用のモータ（図示せず）を駆動させ、該モータの回転を舵取機構に連結された出力軸 3 2 に伝動することにより舵取操作を補助している。

### 【 0 0 3 4 】

入力軸 3 1 には出力軸 3 2 との連結側端部近傍に、出力軸 3 2 には入力軸 3 1 との連結側端部近傍に、円板形をなすターゲット板 2、2 が同軸状に外嵌固定されており、ターゲット板 2、2 の外周面には、磁性体製の凸起であるターゲット 2 0、2 0 … が周方向に等間隔で突設されている。このターゲット 2 0、2 0 … は、インボリュート歯形を有する平歯車の歯からなり、環状の平歯車がターゲット板 2、2 及びターゲット 2 0、2 0 … を構成している。

ターゲット板 2、2 の外側には、外周面のターゲット 2 0、2 0 … に対向させてセンサボックス 1 が配設されている。このセンサボックス 1 は、入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 を支承するハウジング等の不動の部位に固定支持されている。センサボックス 1 の内部には、磁気センサ 1 A、1 B、2 A、2 B が収納されており、磁気センサ 1 A、2 A は、入力軸 3 1 側のターゲット板 2 の周方向に異なる部位に対向するように配され、磁気センサ 1 B、2 B は、出力軸 3 2 側のターゲット板 2 の周方向に異なる部位に対向するように配されており、磁気センサ 1 A、1 B 及び磁気センサ 2 A、2 B は、ターゲット板 2、2 の回転軸と平行な線上に

収納されている。

【 0 0 3 5 】

磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B は、磁気抵抗効果素子 (MR 素子) 等、磁界の作用により電気的特性 (抵抗) が変化する特性を有する素子及びバイアス用磁石からなり、バイアス用磁石とターゲット 2 0, 2 0 … との間の磁界の変化に応じて出力電圧を変えるように構成されており、これらの出力電圧  $V_{A1}$ ,  $V_{B1}$ ,  $V_{A2}$ ,  $V_{B2}$  は、センサボックス 1 の外部に備えたマイクロプロセッサを用いてなる演算処理部 4 に与えられている。

【 0 0 3 6 】

以下に、上述の構成のトルク検出装置の動作を説明する。図 3 は本発明に係るトルク検出装置における入力軸 3 1 側の磁気センサ 1 A 及び出力軸 3 2 側の磁気センサ 1 B の出力電圧の変化態様を示す波形図である。図において横軸は、磁気センサ 1 A が対向する入力軸 3 1 及び磁気センサ 1 B が対向する出力軸 3 2 の回転角度を示し、縦軸は、実線については入力軸 3 1 側の磁気センサ 1 A の出力電圧を、破線については出力軸 3 2 側の磁気センサ 1 B の出力電圧を示している。

【 0 0 3 7 】

入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 が軸回りに回転した場合、磁気センサ 1 A, 1 B は、対向するターゲット 2 0, 2 0 … の中央及びターゲットがない部分の中央が、磁気センサ 1 A, 1 B との対向位置を通過する場合に、夫々最大電圧及び最小電圧とし、図 3 に示すように、入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 の回転角度の変化に応じて、上昇しまた下降する電圧信号を出力する。

この電圧信号は、最大電圧及び最小電圧付近の極値領域では、歪みが生じ不規則に変化するため、各磁気センサが出力しうる電圧の範囲内において、上昇領域及び下降領域を規定する閾値として下限電圧  $V_{min}$  及び上限電圧  $V_{max}$  を磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B 毎に予め設定してある。

【 0 0 3 8 】

上述の磁気センサ 1 A の出力電圧は、これらに対向するターゲット 2 0, 2 0 … が設けられた入力軸 3 1 の回転角度に対応するものとなり、磁気センサ 1 B の出力電圧は、これらに対向するターゲット 2 0, 2 0 … が設けられた出力軸 3 2

の回転角度に対応するものとなる。従って、磁気センサ 1 A の出力電圧から入力軸 3 1 の回転角度を、磁気センサ 1 B の出力電圧から出力軸 3 2 の回転角度を各別に算出することができる。

## 【 0 0 3 9 】

また磁気センサ 1 A の出力電圧と磁気センサ 1 B の出力電圧との差、又は磁気センサ 2 A の出力電圧と磁気センサ 2 B の出力電圧との差は、入力軸 3 1 と出力軸 3 2 との回転角度の差（相対角変位）に対応するものとなり、この相対角変位は、入力軸 3 1 に加わる回転トルクの作用下において、入力軸 3 1 と出力軸 3 2 とを連結するトーションバー 3 4 に生じる捩れ角度に対応する。従って、上述の出力電圧の差に基づいて入力軸 3 1 に加わる回転トルクを算出できる。

通常の舵取操作により生じる相対角変位は高々  $2, 3^{\circ}$  程度であるため、出力電圧が上昇し下降する、又は下降し上昇する間に、前記相対角変位を算出することができ、入力軸 3 1 に加わる回転トルクを算出できる。

## 【 0 0 4 0 】

また、図 3 に示す極値領域において得られる不確かな出力電圧を用いた回転トルクの誤った算出がなされないようにするために、前記磁気センサ 1 A, 2 A 及び 1 B, 2 B は、夫々出力する電圧信号の位相がずれて、一方の出力電圧が極値領域にあるとき、他方の出力電圧が上昇又は下降領域にあるように、ターゲット板 2 の周方向の位置をずらせて取り付けられている。

これにより、磁気センサ 1 A, 2 A 間及び磁気センサ 1 B, 2 B 間において、例えば、夫々の出力電圧が予め設定された閾値電圧を上回る（又は下回る）ことを条件として切り換えることにより、常に上昇又は下降領域の出力電圧を用いて回転トルクの算出を行っている。尚、前記閾値電圧は、各磁気センサについて設定してある上限電圧  $V_{\max}$  と下限電圧  $V_{\min}$  との間で設定してある。

## 【 0 0 4 1 】

以下に、本発明に係るトルク検出装置における演算処理部 4 の補正ゲインの設定動作を説明する。図 4 は演算処理部 4 における補正ゲインの設定動作を示すフローチャート、図 5 は演算処理部 4 における補正ゲインの設定動作の説明図である。尚、図 5 はターゲット 2 0, 2 0 が通過する間の磁気センサ 1 A, 1 B の出

力電圧の変化を、図 3 と同様に、磁気センサ 1 A の出力電圧を実線により、磁気センサ 1 B の出力電圧を破線により夫々示したものであり、図中  $\Delta \theta$  は、上昇又は下降領域において、予め設定してある回転角度範囲である。

補正ゲインの設定動作は、所定のサンプリング間隔毎に行われる回転トルクの算出の間の割込み処理として、磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B の夫々について行われるが、以下の説明は、入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 の軸長方向と平行に配置される磁気センサ 1 A, 1 B を対象として行う。

## 【 0 0 4 2 】

演算処理部 4 は、回転角度及び回転トルクの算出のために逐次取り込まれる磁気センサ 1 A, 1 B の出力電圧を監視し、磁気センサ 1 A, 1 B から入力された電圧が、予め設定されている上限電圧  $V_{Amax}$ ,  $V_{Bmax}$  であるか下限電圧  $V_{Amin}$ ,  $V_{Bmin}$  であるかを判別する (S 1)。磁気センサ 1 A, 1 B から下限電圧  $V_{Amin}$ ,  $V_{Bmin}$  が入力された場合 (ステップ S 1 で "NO")、上限電圧  $V_{Amax}$ ,  $V_{Bmax}$  が入力されるまで待機し (S 2)、上限電圧  $V_{Amax}$ ,  $V_{Bmax}$  が入力された場合、その間の磁気センサ 1 A 及び磁気センサ 1 B の出力電圧の上昇領域内において、回転角度範囲  $\Delta \theta$  の両端における磁気センサ 1 A の出力電圧  $V_{A11}$ ,  $V_{A12}$  及び磁気センサ 1 B の出力電圧  $V_{B11}$ ,  $V_{B12}$  を夫々求める (S 3)。

## 【 0 0 4 3 】

演算処理部 4 は、ステップ S 3 において求められた両端電圧  $V_{A11}$ ,  $V_{A12}$  及び  $V_{B11}$ ,  $V_{B12}$  を次式に適用して、磁気センサ 1 A, 1 B の夫々のセンサゲイン  $K_{A1}$ ,  $K_{B1}$  を算出する (S 4)。

## 【 0 0 4 4 】

$$K_{A1} = (V_{A11} - V_{A12}) / \Delta \theta \quad \dots (1)$$

$$K_{B1} = (V_{B11} - V_{B12}) / \Delta \theta \quad \dots (2)$$

## 【 0 0 4 5 】

これらの式により算出されるセンサゲイン  $K_{A1}$ ,  $K_{B1}$  は、図 5 に示すように、夫々の磁気センサ 1 A, 1 B の上昇領域における出力電圧の変化率 (傾き) を示している。

次に、前記両端電圧  $V_{A11}$ ,  $V_{A12}$  及び  $V_{B11}$ ,  $V_{B12}$  を次式に適用して、両

磁気センサ 1 A, 1 B の上昇領域における平均センサゲイン  $K_{m1}$  を算出する (S 5)。

【0046】

$$K_{m1} = \{ (V_{A11} - V_{A12}) + (V_{B11} - V_{B12}) \} / 2 \Delta \theta \quad \dots (3)$$

【0047】

この式により算出される平均センサゲイン  $K_{m1}$  は、上昇領域における磁気センサ 1 A, 1 B の出力電圧の平均値の変化率、即ち、図 5 中に一点鎖線により示す直線 L 1 の傾きを示している。

演算処理部 4 は、ステップ S 4 にて算出されたセンサゲイン  $K_{A1}$ ,  $K_{B1}$  及びステップ S 5 にて算出された平均センサゲイン  $K_{m1}$  を次式に適用して、上昇領域において磁気センサ 1 A, 1 B の実出力に乘じるための補正ゲイン  $K_{A01}$  及び  $K_{B01}$  を夫々算出する (S 6)。

【0048】

$$K_{A01} = K_{m1} / K_{A1} \quad \dots (4)$$

$$K_{B01} = K_{m1} / K_{B1} \quad \dots (5)$$

【0049】

これらの式により算出される補正ゲイン  $K_{A01}$  及び  $K_{B01}$  は、磁気センサ 1 A, 1 B の夫々に固有のセンサゲイン  $K_{A1}$ ,  $K_{B1}$  を前記平均センサゲイン  $K_{m1}$  に合わせるための補正值であり、磁気センサ 1 A, 1 B の実際の出力電圧に前記補正ゲイン  $K_{A01}$ ,  $K_{B01}$  を乗じた結果は、図 5 中の一点鎖線により示す平均特性上の点となり、出力特性の相違、及び対応するターゲット 20, 20... との間のエアギャップの相違により磁気センサ 1 A, 1 B の出力電圧に含まれる誤差成分を排除することができる。

【0050】

またステップ S 1 において、磁気センサ 1 A, 1 B から上限電圧  $V_{Amax}$ ,  $V_{Bmax}$  が入力された場合 (ステップ S 1 で "YES")、下限電圧  $V_{Amin}$ ,  $V_{Bmin}$  が入力されるまで待機し (S 7)、下限電圧  $V_{Amin}$ ,  $V_{Bmin}$  が入力された場合、その間の磁気センサ 1 A 及び磁気センサ 1 B の出力電圧の下降領域内において、回転角度範囲  $\Delta \theta$  の両端における磁気センサ 1 A の出力電圧  $V_{A21}$ ,  $V_{A22}$  及び磁

磁気センサ 1 B の出力電圧  $V_{B21}$  ,  $V_{B22}$  を夫々求める (S 8)。

【0 0 5 1】

演算処理部 4 は、ステップ S 8 において求められた両端電圧  $V_{A21}$  ,  $V_{A22}$  及び  $V_{B21}$  ,  $V_{B22}$  を次式に適用して、磁気センサ 1 A , 1 B の夫々のセンサゲイン  $K_{A2}$  ,  $K_{B2}$  を算出する (S 9)。

【0 0 5 2】

$$K_{A2} = (V_{A21} - V_{A22}) / \Delta \theta \quad \cdots (6)$$

$$K_{B2} = (V_{B21} - V_{B22}) / \Delta \theta \quad \cdots (7)$$

【0 0 5 3】

これらの式により算出されるセンサゲイン  $K_{A2}$  ,  $K_{B2}$  は、図 5 に示すように、夫々の磁気センサ 1 A , 1 B の下降領域における出力電圧の変化率（傾き）を示している。

次に、前記両端電圧  $V_{A21}$  ,  $V_{A22}$  及び  $V_{B21}$  ,  $V_{B22}$  を次式に適用して、両磁気センサ 1 A , 1 B の下降領域における平均センサゲイン  $K_{m2}$  を算出する (S 10)。

【0 0 5 4】

$$K_{m2} = \{ (V_{A21} - V_{A22}) + (V_{B21} - V_{B22}) \} / 2 \Delta \theta \quad \cdots (8)$$

【0 0 5 5】

この式により算出される平均センサゲイン  $K_{m2}$  は、下降領域における磁気センサ 1 A , 1 B の出力電圧の平均値の変化率、即ち、図 5 中に一点鎖線により示す直線 L 2 の傾きを示している。

演算処理部 4 は、ステップ S 9 にて算出されたセンサゲイン  $K_{A2}$  ,  $K_{B2}$  及びステップ S 10 にて算出された平均センサゲイン  $K_{m2}$  を次式に適用して、下降領域において磁気センサ 1 A , 1 B の実出力に乗じるための補正ゲイン  $K_{A02}$  及び  $K_{B02}$  を夫々算出する (S 11)。

【0 0 5 6】

$$K_{A02} = K_{m2} / K_{A2} \quad \cdots (9)$$

$$K_{B02} = K_{m2} / K_{B2} \quad \cdots (10)$$

【0 0 5 7】



これらの式により算出される補正ゲイン $K_{A02}$ 及び $K_{B02}$ も、補正ゲイン $K_{A01}$ 及び $K_{B01}$ と同様、磁気センサ 1 A, 1 B の夫々に固有のセンサゲイン $K_{A2}$ ,  $K_{B2}$ を前記平均センサゲイン $K_{m2}$ に合わせるための補正值であり、磁気センサ 1 A, 1 B の実際の出力電圧に前記補正ゲイン $K_{A02}$ ,  $K_{B02}$  を乗じた結果は、図 5 中の一点鎖線により示す平均特性上の点となり、出力特性の相違、及び対応するターゲット 20, 20 … との間のエアギャップの相違により磁気センサ 1 A, 1 B の出力電圧に含まれる誤差成分を排除することができる。

## 【0058】

上述のように演算処理部 4 における回転トルクの算出は、磁気センサ 1 A, 1 B の実際の出力電圧 $V_A$ ,  $V_B$  をそのまま用いるのではなく、これら夫々に、(4) 式、(5) 式、(9) 式及び(10) 式にて算出される補正ゲイン $K_{A01}$ ,  $K_{B01}$ ,  $K_{A02}$ ,  $K_{B02}$  を乗じた値を用いて行う。これにより、誤差成分が排除された正確な回転トルクの算出結果が得られることとなる。尚、上述のように算出される補正ゲイン $K_{A01}$ ,  $K_{B01}$  は、現状( $n$ 回目)の次の回( $n+1$ 回目)に下限電圧 $V_{Amin}$ ,  $V_{Bmin}$ から上限電圧 $V_{Amax}$ ,  $V_{Bmax}$ まで変化する出力電圧 $V_A$ ,  $V_B$  に対して適用され、同様に補正ゲイン $K_{A02}$ ,  $K_{B02}$  は、現状( $n$ 回目)の次の回( $n+1$ 回目)に上限電圧 $V_{Amax}$ ,  $V_{Bmax}$ から下限電圧 $V_{Amin}$ ,  $V_{Bmin}$ まで変化する出力電圧 $V_A$ ,  $V_B$  に対して適用される。

## 【0059】

演算処理部 4 は、前記ステップ S 1 からステップ S 11 までの動作を、電源遮断等、所定の動作終了条件が満たされる(S 12)まで繰り返す。これにより、動作中のあらゆる時点において高精度の回転トルクの算出がなされ、この算出結果に基づいて行われる操舵補助用のモータの制御等、各種の制御を良好に行わせることができる。

## 【0060】

上述の実施の形態では、磁気センサ 1 A, 1 B の周辺温度の影響、及び経時的な要因による出力特性の相違、磁気センサ 1 A, 1 B の夫々とこれらが対向するターゲット 20, 20 … との間のエアギャップの差による出力電圧の相違を解消することができる。

尚、前記回転角度範囲 $\Delta\theta$ は、各磁気センサの出力電圧の上昇又は下降領域内に含まれる角度範囲であれば適宜に設定することができる。

## 【 0 0 6 1 】

## (実施の形態 2)

図 6 は実施の形態 2 におけるターゲット板 2 の斜視図である。このターゲット板 2 は円筒部を有しており、円筒部の外周面には周方向に略等間隔で、非凹部が生ずるように凹設された凹みの間の非凹部によって、ターゲット 6 0, 6 0 …を構成してある。

ターゲット 6 0, 6 0 …は、磁性体製のターゲット板 2 の円筒部の周面に設けられた矩形の貫通孔からなる凹みの間の非凹部から形成されている。尚、ターゲット 6 0, 6 0 …の凹みは貫通孔である他、非貫通の孔であってもよい。

## 【 0 0 6 2 】

上述した構造のターゲット 6 0, 6 0 …を備えるターゲット板 2 を用いたトルク検出装置でも、実施の形態 1 において、磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B が出力した検出信号と同様の形状をなす検出信号を出力することができ、この検出信号に基づき、舵輪 3 0 に加えられた操舵トルクを検出することができる。

尚、本実施の形態 2 のターゲット板 2 を用いたトルク検出装置は、上述した実施の形態 1 に係るトルク検出装置の構成及び動作と同様であるため、その説明を省略する。

## 【 0 0 6 3 】

## (実施の形態 3)

図 7 は実施の形態 3 におけるターゲット板 2 の斜視図である。このターゲット板 2 は円板形をなし、外周面に、周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁して、ターゲット 7 0 を構成してある。

## 【 0 0 6 4 】

上述のように形成したターゲット 7 0 を備えるターゲット板 2 を用いたトルク検出装置でも、実施の形態 1 において、磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B が出力した検出信号と同様の形状をなす検出信号を出力することができ、この検出信号に基づき、舵輪 3 0 に加えられた操舵トルクを検出することができる。

尚、本実施の形態 3 のターゲット板 2 を用いたトルク検出装置は、上述した実施の形態 1 に係るトルク検出装置の構成及び動作と同様であるため、その説明を省略する。

#### 【0065】

##### (実施の形態 4)

図 8 は実施の形態 4 におけるトルク検出装置の構成を示す模式図である。入力軸 3 1 には出力軸 3 2 との連結部近傍に、出力軸 3 2 には入力軸 3 1 との連結部近傍に、円板形をなす磁性体製のターゲット板 2、2 が同軸状に外嵌固定されている。このターゲット板 2、2 は、外周面に沿って一方向に傾斜して設けてあり着磁された第 1 傾斜部 8 0 a と、他方向に傾斜して設けてあり着磁された第 2 傾斜部 8 0 b とを有するターゲット 8 0 を備えており、ターゲット 8 0 は、ターゲット板 2 の外周面の周方向に等配に並設されている。

第 1 傾斜部 8 0 a 及び第 2 傾斜部 8 0 b は、その接続点を通るべきターゲット板 2、2 の回転軸の軸長方向の直線に関して略線対称である。

#### 【0066】

ターゲット板 2、2 の外側には、外周面に対向させてセンサボックス 1 が配設されている。このセンサボックス 1 は、入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 を支承するハウジング等の不動の部位に固定支持されている。センサボックス 1 の内部には、磁気センサ 3 A、3 B、4 A、4 B が収納されており、磁気センサ 3 A、4 A は、入力軸 3 1 側のターゲット板 2 の周方向に異なる部位に対向するように配され、磁気センサ 3 B、4 B は、出力軸 3 2 側のターゲット板 2 の周方向に異なる部位に対向するように配され、磁気センサ 3 A、3 B 及び磁気センサ 4 A、4 B は、ターゲット板 2、2 の回転軸と平行な線上に収納されている。

#### 【0067】

磁気センサ 3 A、3 B、4 A、4 B は、磁気抵抗効果素子 (MR 素子) 等、磁界の作用により電気的特性 (抵抗) が変化する特性を有する素子及びバイアス用磁石からなり、バイアス用磁石とターゲット 8 0 との間の磁界の変化に応じて出力電圧を変えるように構成されており、これらの出力電圧  $V_{A3}$ 、 $V_{B3}$ 、 $V_{A4}$ 、 $V_{B4}$  は、センサボックス 1 の外部に備えたマイクロプロセッサを用いてなる演算処

理部 4 に与えられている。

【 0 0 6 8 】

以上の構成のトルク検出装置においては、磁気センサ 3 A, 3 B, 4 A, 4 B は、上述した実施の形態 1 で示した出力電圧と同様の波形をなす電圧信号を出力するため、前記電圧信号の処理方法及び補正方法は同一である。従って、前記電圧信号の処理方法及び補正方法の説明は省略する。

また、本実施の形態 4 に係るトルク検出装置において、実施の形態 1 の構成及び動作と同様であるものは、同様の符号を付けて説明を省略する。

【 0 0 6 9 】

以上の実施の形態 1 乃至 4 においては、自動車の舵取装置について、舵輪 3 0 と舵取機構とを連絡する操舵軸 3 の回転トルクを検出する用途への適用例について述べたが、本発明に係るトルク検出装置は、回転軸の回転トルクを検出する用途全般に広く使用可能であることは言うまでもない。

またターゲットは、実施の形態 1 又は 2 においては、ターゲット板 2 の周面に沿って操舵軸 3 の軸長方向に平行に、等間隔に並設してあり、実施の形態 3 では、ターゲット板 2 の周面に、周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁して形成してあるが、実施の形態 4 のように、ターゲット板 2 の周面に沿って一方向に傾斜する第 1 傾斜部 8 0 a と他方向に傾斜する第 2 傾斜部 8 0 b とを交互に複数並設する構成としてもよく、上述した実施の形態 1 乃至 4 の態様に限られない。

【 0 0 7 0 】

更に、上述の実施の形態 1 乃至 4 においては、振れ特性が明らかなトーションバー 3 4 を介して連結された入力軸 3 1 と出力軸 3 2 とにターゲットを設けた構成について述べたが、自身の振れ特性が明らかな回転軸を対象とする場合には、該回転軸の軸長方向に離隔した位置にターゲットを夫々直接的に設け、これらに対向配置された磁気センサの出力電圧の差に基づいて回転トルクを算出する構成としてもよい。

【 0 0 7 1 】

【発明の効果】

第 1 発明による場合は、回転体の回転軸方向に離隔して配されたターゲットが、夫々対向する検出手段との対向位置を通過する間に、各検出手段が出力した信号の平均値を求め、前記検出手段が出力した各信号を前記平均値に一致させるように補正することにより、個々の検出手段の出力特性の相違、個々の検出手段とターゲットとの間のエアギャップの相違に起因する検出誤差の発生を抑え、長期に亘って高精度に回転トルクを検出できるトルク検出装置を実現することができる。

## 【 0 0 7 2 】

第 2 発明による場合は、回転体の周方向に略等間隔で突設させた凸起をターゲットとすることにより、前記ターゲットの形成が容易であり、個々の検出手段の出力特性の相違、個々の検出手段とターゲットとの間のエアギャップの相違に起因する検出誤差の発生を抑え、長期に亘って高精度に回転トルクを検出できるトルク検出装置を実現することができる。

## 【 0 0 7 3 】

第 3 発明による場合は、回転体の周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹みを設け、この凹みの間の前記非凹部をターゲットとすることにより、前記ターゲットの形成が容易であり、個々の検出手段の出力特性の相違、個々の検出手段とターゲットとの間のエアギャップの相違に起因する検出誤差の発生を抑え、長期に亘って高精度に回転トルクを検出できるトルク検出装置を実現することができる。

## 【 0 0 7 4 】

第 4 乃至第 6 発明による場合は、回転体の周面に沿って着磁し、着磁された部分をターゲットとすることにより、前記ターゲットを容易に形成することができる、個々の検出手段の出力特性の相違、個々の検出手段とターゲットとの間のエアギャップの相違に起因する検出誤差の発生を抑え、長期に亘って高精度に回転トルクを検出できるトルク検出装置を実現することができる。

## 【 0 0 7 5 】

第 7 発明による場合は、回転体は、トーションバーを介して同軸状に連結された第 1 軸及び第 2 軸に基づき回転するものであり、該回転体に設けられたターゲ

ットに夫々検出手段を対向配置させることにより、前記トーションバーの捩れを伴って両軸間に発生する回転角度の差を精度良く算出し、この結果を用いて第1軸及び第2軸に加わる回転トルクを精度良く検出することができる。また、前記回転体を前記第1軸及び第2軸の連結部近傍に夫々設けることにより、各ターゲットに対向する検出手段を一括に取り扱うことができ、夫々の検出手段についての温度等の周辺環境を同程度とするトルク検出装置を実現することができる。

【0076】

第8発明による場合は、以上の如きトルク検出装置を自動車の舵取装置に適用し、舵取りのために舵輪に加えられる操舵トルクの正確な検出値を得て、この結果を、操舵補助用のモータの駆動制御等、各種の制御に利用した舵取装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るトルク検出装置の構成を示す模式図である。

【図2】

ターゲット板の斜視図である。

【図3】

本発明に係るトルク検出装置における入力軸側の磁気センサ及び出力軸側の磁気センサの出力電圧の変化態様を示す波形図である。

【図4】

演算処理部における補正ゲインの設定動作を示すフローチャートである。

【図5】

演算処理部における補正ゲイン設定動作の説明図である。

【図6】

実施の形態2におけるターゲット板の斜視図である。

【図7】

実施の形態3におけるターゲット板の斜視図である。

【図8】

実施の形態4におけるトルク検出装置の構成を示す模式図である。

【符号の説明】

1 A, 1 B, 2 A, 2 B 磁気センサ（検出手段）

1 センサボックス

2 ターゲット板（回転体）

3 操舵軸

4 演算処理部

2 0, 6 0, 7 0, 8 0 ターゲット

3 0 舵輪

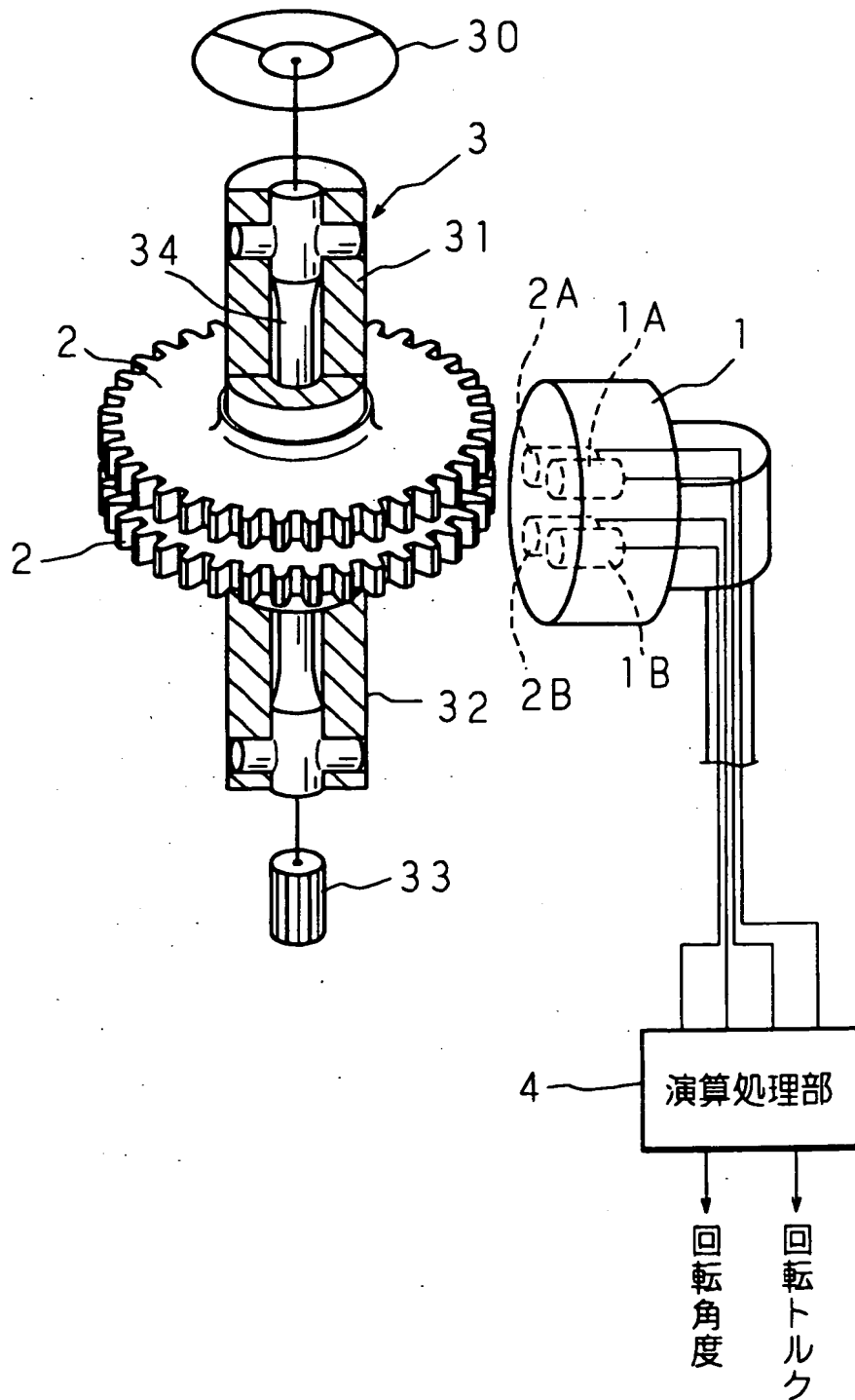
3 1 入力軸

3 2 出力軸

3 4 トーションバー

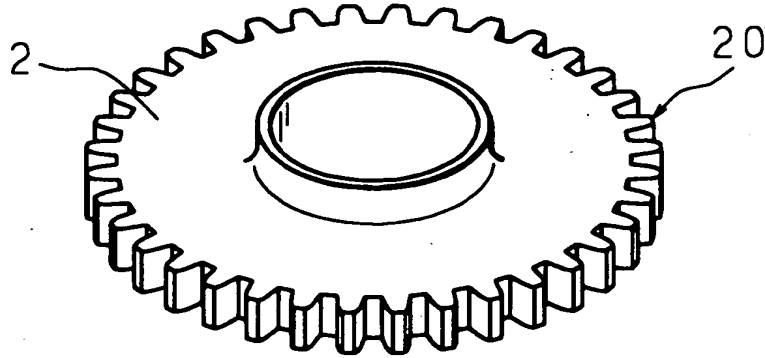
【書類名】 図面

【図 1】

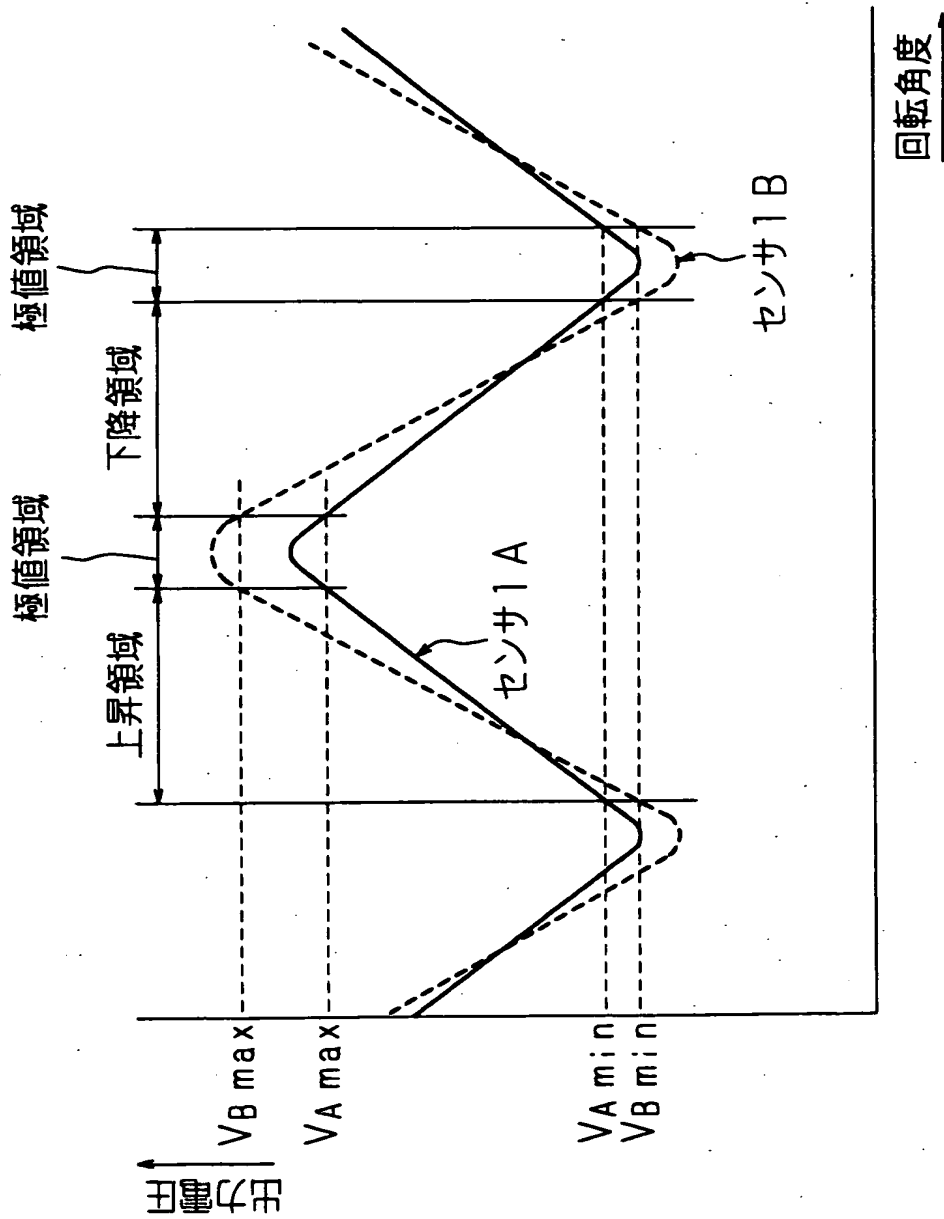




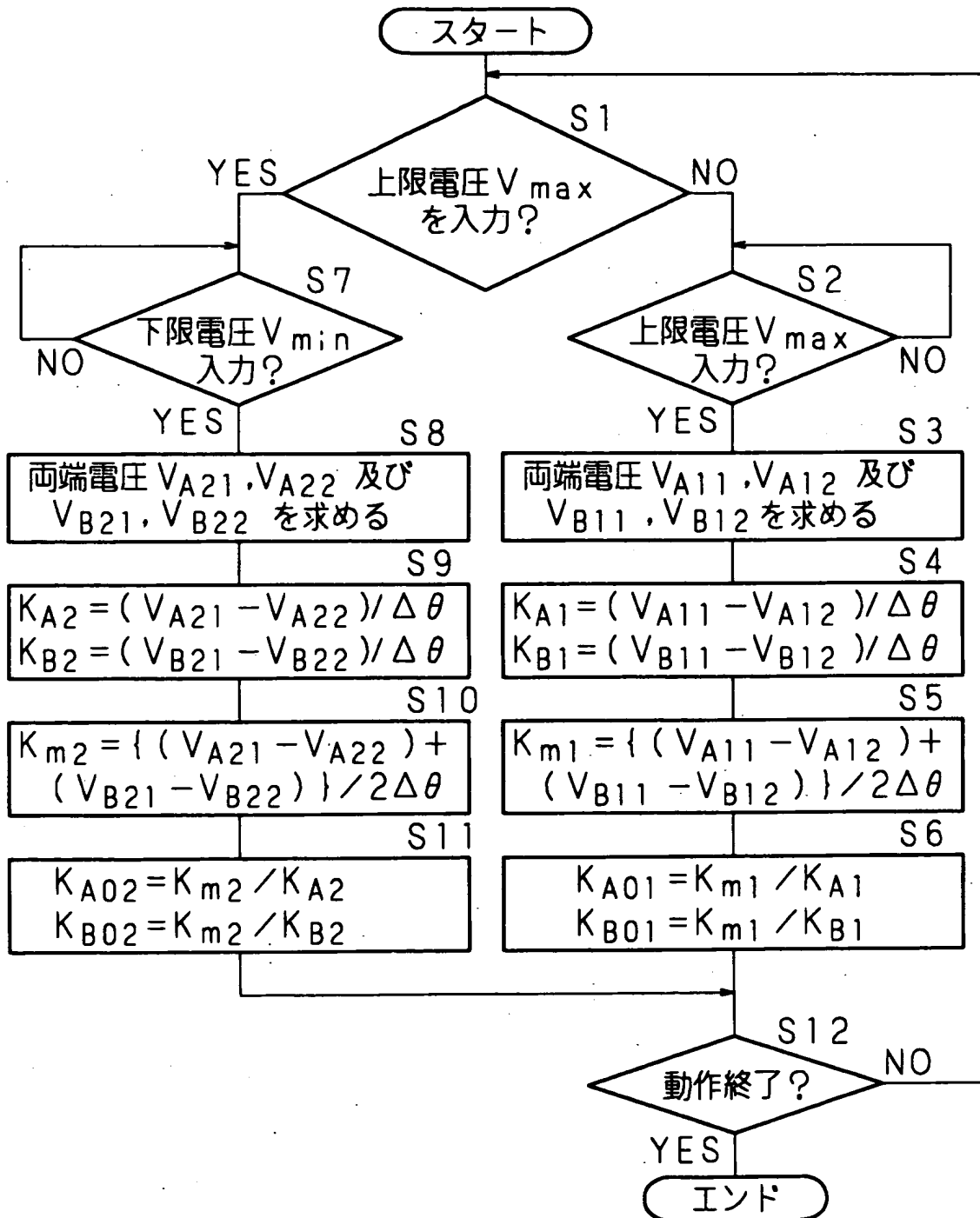
【図 2】



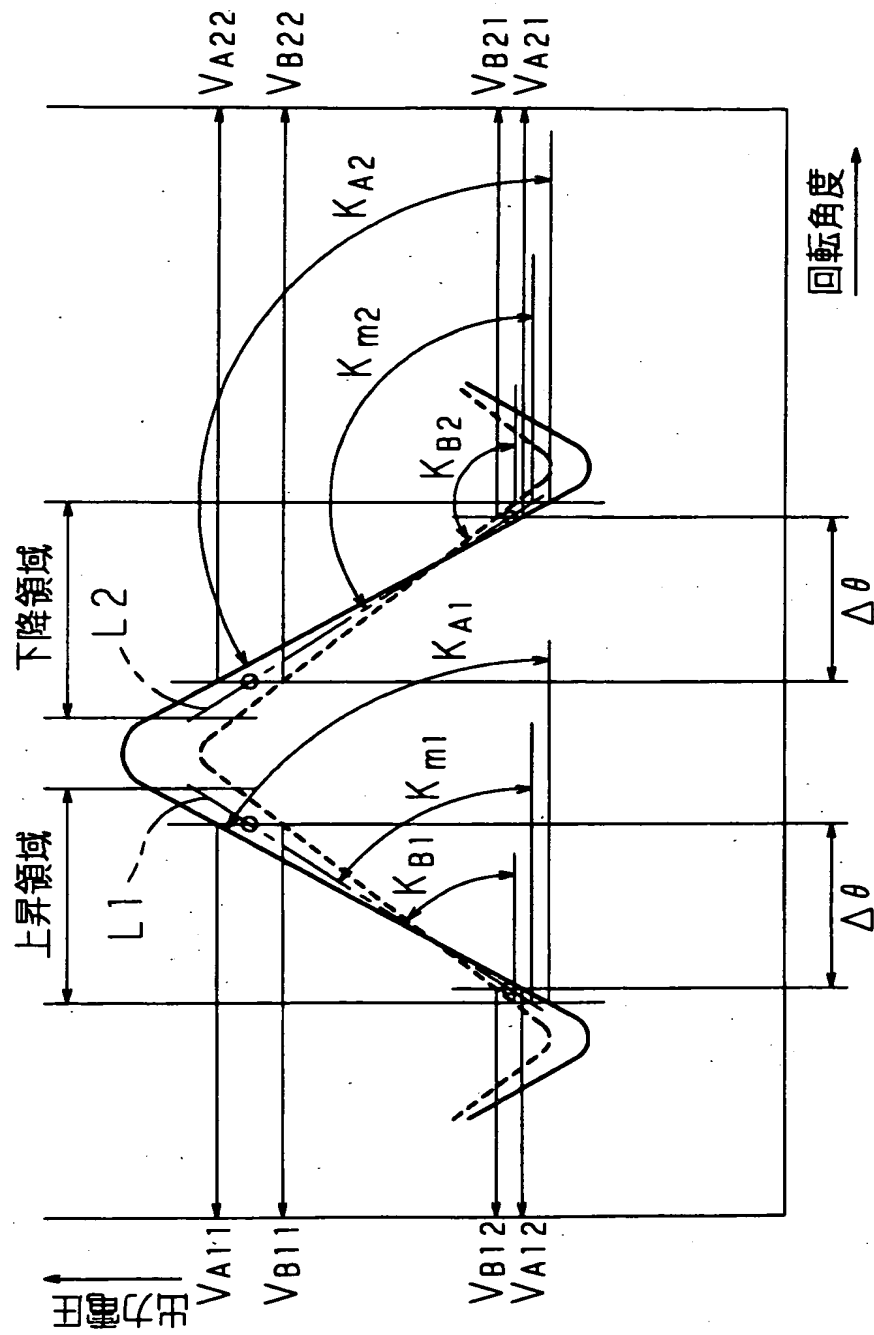
【図 3】



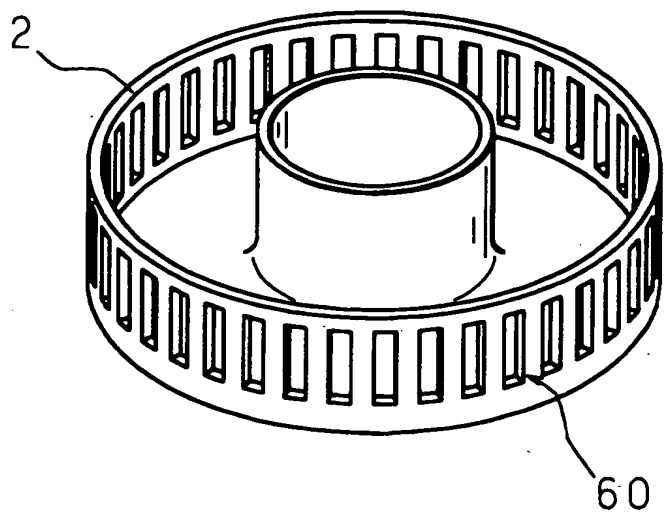
【図 4】



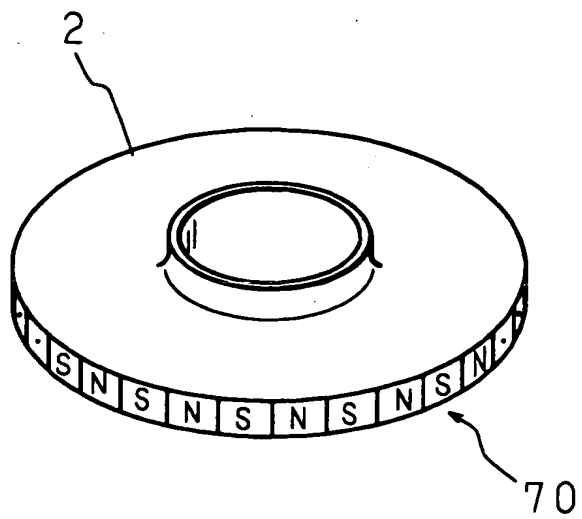
【図 5】



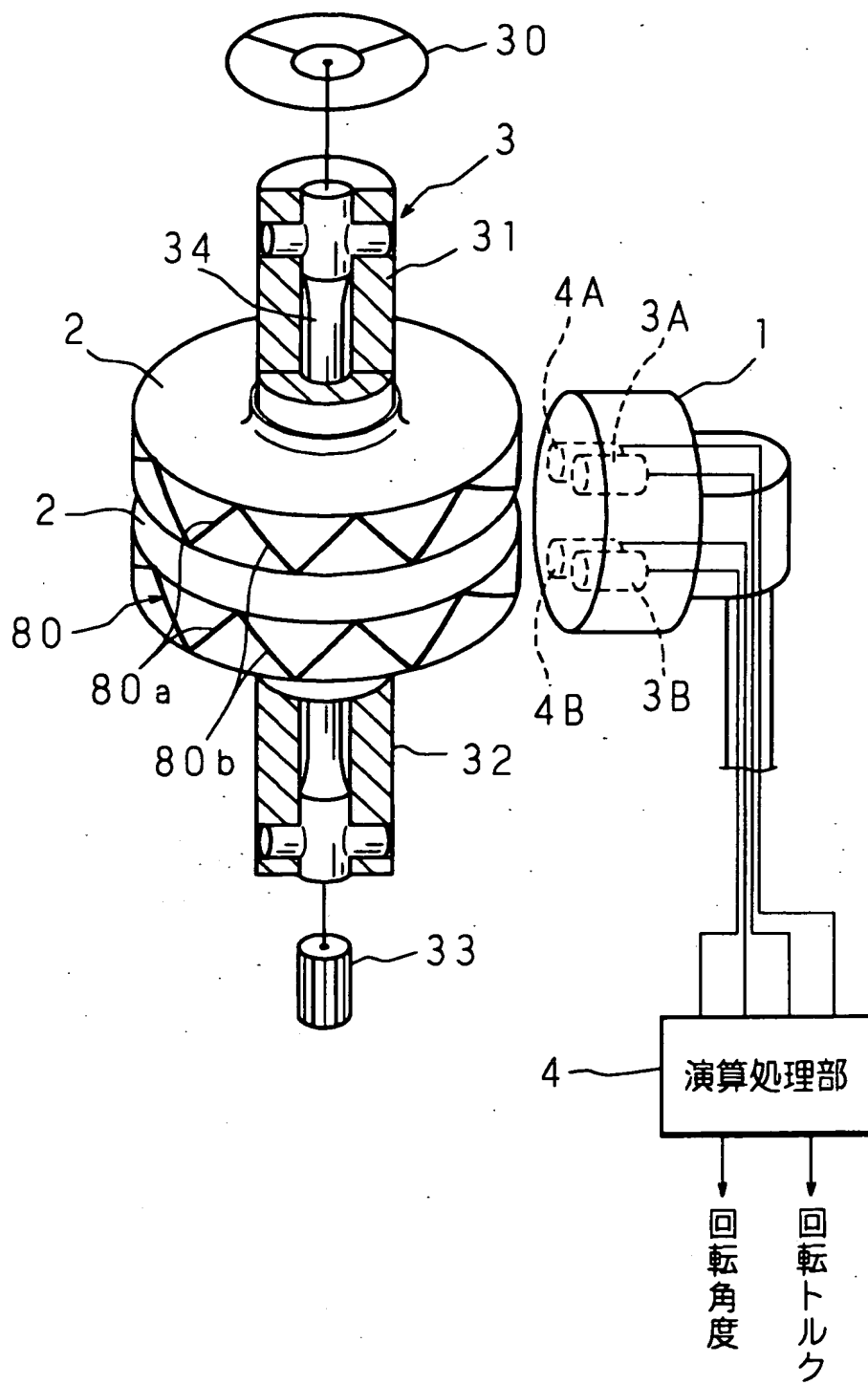
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 各磁気センサの出力特性の相違、対向するターゲットとの間のエアギャップの相違に起因する検出誤差の発生を抑え、精度良く回転トルクを検出するトルク検出装置の提供。

【解決手段】 入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 に夫々外嵌固定されたターゲット板 2 の周面に備えたターゲット 2 0, 2 0 …に、夫々磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B を対向配置させ、ターゲット 2 0, 2 0 …が夫々磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B との対向位置を通過する間に、磁気センサ 1 A, 1 B 及び 2 A, 2 B が出力した信号の平均値を求め、磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B が出力する各信号を前記平均値に一致させるように補正する。

【選択図】 図 1

出願人履歴情報

識別番号 [000001247]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

氏 名 光洋精工株式会社